

Gas leak detection method for polymer electrolyte membrane fuel cell

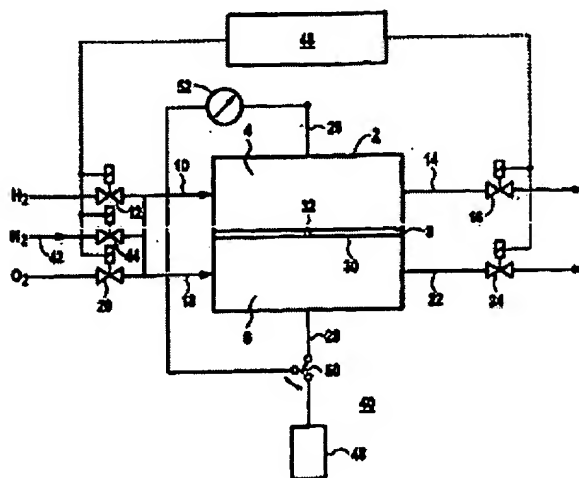
Patent number: DE19649436
Publication date: 1998-01-15
Inventor: LERSCH JOSEF DIPL ING (DE); BETTE WILLI DIPL ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **International:** H01M8/04; G01M3/16
- **European:** H01M8/04C2
Application number: DE19961049436 19961128
Priority number(s): DE19961049436 19961128

Also published as:

WO9824137 (A1)
EP0950268 (A1)
US6156447 (A1)
EP0950268 (B1)
CA2273018 (C)

Abstract of DE19649436

In a process for recognising a gas leak (32) between the anode and cathode gas chambers (4 and 6) of a PEM fuel cell (2), a cell voltage is sensed and during a first period the anode and cathode gas chambers (4 and 6) are rinsed with nitrogen (N₂). During a second period, the cathode gas chamber (6) is filled with oxygen (O₂) and the anode gas chamber (4) is filled with hydrogen (H₂). The cell voltage fall as a function of time below a threshold value is measured and evaluated. This measure allows a gas leak (32) to be reliably recognised.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 196 49 436 C 1

51 Int. Cl.⁸:
H 01 M 8/04
G 01 M 3/16

21 Aktenzeichen: 196 49 436.2-45
22 Anmeldetag: 28. 11. 98
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 1. 98

DE 196 49 436 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

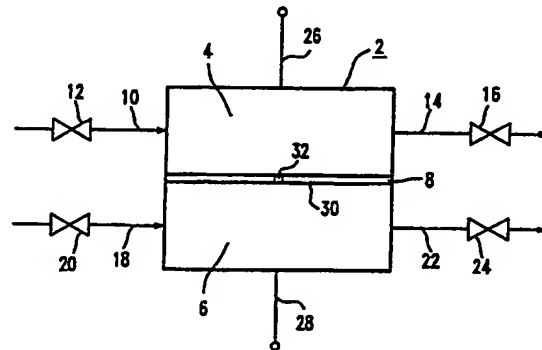
73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Bette, Willi, Dipl.-Ing. (FH), 91056 Erlangen, DE;
Lersch, Josef, Dipl.-Ing. (FH), 91336 Heroldsbach, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
NICHTS ERMITTELT

64 Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks

57 Bei dem vorliegenden Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks (32) zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum (4 bzw. 6) einer PEM-Brennstoffzelle (2) wird eine Zellspannung erfaßt und in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum (4 bzw. 6) mit Stickstoff N_2 , in einem zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum (6) mit Sauerstoff O_2 und in einem dritten Zeitabschnitt der Anodengasraum (4) mit Wasserstoff H_2 gespeist. Durch diese Maßnahme ist ein zuverlässiges Erkennen des Gaslecks (32) gewährleistet.



DE 196 49 436 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum einer PEM-Brennstoffzelle.

Es ist bekannt, daß bei der Elektrolyse von Wasser die Wassermoleküle durch elektrischen Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden. In der Brennstoffzelle läuft dieser Vorgang in umgekehrter Richtung ab. Bei der elektrochemischen Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser entsteht elektrischer Strom mit hohem Wirkungsgrad und, wenn als Brenngas reiner Wasserstoff eingesetzt wird, ohne Emission von Schadstoffen und Kohlendioxid. Auch mit technischen Brenngasen, beispielsweise Erdgas oder Kohlegas, und mit Luft oder mit mit O_2 angereicherter Luft anstelle von reinem Sauerstoff, erzeugt eine Brennstoffzelle deutlich weniger Schadstoffe und weniger CO_2 als andere Energieerzeuger, die mit fossilen Energieträgern arbeiten. Die technische Umsetzung des Prinzips der Brennstoffzelle hat zu sehr unterschiedlichen Lösungen, und zwar mit verschiedenartigen Elektrolyten und mit Betriebstemperaturen zwischen $80^\circ C$ und $1000^\circ C$, geführt. In Abhängigkeit von ihrer Betriebstemperatur werden die Brennstoffzellen in Nieder-, Mittel- und Hochtemperatur-Brennstoffzellen eingeteilt, die sich wiederum durch verschiedene technische Ausführungsformen unterscheiden.

Neben diesen grundsätzlichen Vorteilen bietet eine Brennstoffzelle mit einem festen Elektrolyten aus Kunststoff (Polymere Elektrolytmembran=PEM) weitere positive Eigenschaften wie geringe Betriebstemperatur ($\leq 80^\circ C$), günstiges Überlastverhalten, geringe Spannungsdegradation und hohe Lebensdauer, günstiges Last- und Temperaturzyklusverhalten und Fehlen eines flüssigen korrosiven Elektrolyten. Außerdem ist sie auch für einen Betrieb mit Luft aus der Umgebung anstatt Sauerstoff geeignet. Alle diese Eigenschaften machen die mit Luft betreibbare PEM-Brennstoffzelle zu einem nahezu idealen Stromerzeuger, z. B. für den abgasfreien elektrischen Betrieb von Kraftfahrzeugen.

Ein Brennstoffzellenblock, der in der Fachliteratur auch "Stack" genannt wird, setzt sich in der Regel aus einer Vielzahl von planar aufgebauten und aufeinander gestapelten Brennstoffzellen zusammen. Da der Brennstoffzellenblock nicht für sich allein betreibbar ist, sind im allgemeinen der Brennstoffzellenblock, ein Betriebs- teil und eine zugeordnete Modulelektronik zu einem Brennstoffzellenmodul zusammengefaßt. Im Betriebs- teil sind die Einrichtungen für die Versorgung mit Betriebsmitteln, beispielsweise Wasserstoff (H_2) Sauerstoff (O_2) oder Luft aus der Umgebung, für die Produktwasserabfuhr, die Verlustwärmeabfuhr, die Befeuchtung der Betriebsmittel und die Abfuhr der inerten Gasbestandteile zusammengefaßt.

Während des Betriebes eines PEM-Brennstoffzellenmoduls führt das Auftreten eines Defektes in einer einzelnen PEM-Brennstoffzelle zur Störung des Betriebes des gesamten PEM-Brennstoffzellenmoduls. Beispielsweise kann ein Gasübertritt von dem Anoden- zu dem Kathodengasraum der PEM-Brennstoffzelle aufgrund eines Lecks in der Membran-Elektroden Einheit zu einer am Katalysator ausgelösten thermischen Reaktion von Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) führen. Als Problem erweist sich das unmittelbare Erkennen des Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum und daraus folgend das Identifizieren einer solchen defekten PEM-Brennstoffzelle im PEM-Brenn-

stoffzellenmodul.

Bei einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks zwischen der Anoden- und der Kathodenseite der PEM-Brennstoffzelle wird eine Druckdifferenz zwischen diesen erzeugt und die Änderung der Geschwindigkeit der Druckdifferenz ausgewertet. Bei diesem Verfahren werden somit Drücke gemessen. Dieses Verfahren ist eine integrale Messung, d. h. es besteht keine Möglichkeit zur Identifizierung einer einzelnen defekten PEM-Brennstoffzelle im PEM-Brennstoffzellenmodul. Außerdem ist das Verfahren zum Erkennen kleiner Lecks in einem PEM-Brennstoffzellenmodul aufgrund seiner geringen Empfindlichkeit ungeeignet.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum einer PEM-Brennstoffzelle anzugeben, wobei das Verfahren eine ausreichende Empfindlichkeit zum Erkennen des Gaslecks aufweist, so daß die Möglichkeit einer technischen Anwendbarkeit gegeben ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum einer PEM-Brennstoffzelle, wobei eine Zellspannung erfaßt wird und in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum mit Stickstoff (N_2) in einem zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum mit Sauerstoff (O_2) und in einem dritten Zeitabschnitt der Anodengasraum mit Wasserstoff (H_2) gespeist werden.

Bei diesem Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks wird durch die zusätzliche Einspeisung von Sauerstoff (O_2) in dem zweiten Zeitabschnitt die auswertbare Spannung U zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum auf den Bereich der Leerlaufspannung der PEM-Brennstoffzelle von IV erhöht. Diese Spannungserhöhung wird durch die Adsorption des Sauerstoffes (O_2) an der Kathode der PEM-Brennstoffzelle verursacht, was zu einem erhöhten Potential führt, was sich wiederum in einer höheren auswertbaren Spannung U niederschlägt. Durch diese Erhöhung der auswertbaren Spannung U wird ein Erkennen des Gaslecks in der PEM-Brennstoffzelle vereinfacht und eine technisch zuverlässige Anwendbarkeit gewährleistet. Durch dieses Verfahren wird eine zuverlässige Identifizierung der defekten PEM-Brennstoffzelle im PEM-Brennstoffzellenmodul ermöglicht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf das Ausführungsbeispiel der Zeichnung verwiesen, in deren einziger Figur eine PEM-Brennstoffzelle schematisch dargestellt ist.

Gemäß der Figur umfaßt eine PEM-Brennstoffzelle 2 einen Anodengasraum 4, einen Kathodengasraum 6 und eine Membran-Elektroden Einheit 8, welche den Anoden- und den Kathodengasraum 4 bzw. 6 voneinander trennt.

Über eine Zuführungsleitung 10 mit einem Ventil 12 und eine Abführungsleitung 14 mit einem Ventil 16 werden dem Anodengasraum 4 Betriebsmittel zu- bzw. aus demselbigen abgeführt. Entsprechend werden über eine Zuführungsleitung 18 mit einem Ventil 20 und eine Abführungsleitung 22 mit einem Ventil 24 dem Kathodengasraum 6 Betriebsmittel zu- bzw. aus demselbigen abgeführt.

Über die elektrischen Kontakte 26 und 28 wird die Spannung U der PEM-Brennstoffzelle abgegriffen.

Beim Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks 32 zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum 4 bzw. 6 in der Membran-Elektrodeneinheit 8 werden in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum 4 bzw. 6 mit Stickstoff (N_2) gespeist. Durch diese Maßnahme wird ein inerter Zustand im Anoden- und Kathodengasraum 4 bzw. 6 erzielt. Um diesen inerten Zustand zu erreichen, können auch andere inerte Gase verwendet werden. Im ersten Zeitabschnitt sind die Ventile 12, 16, 20 und 24 geöffnet.

Anschließend wird der Stickstoff (N_2) über die Abführungsleitungen 14 und 22 aus der PEM-Brennstoffzelle 2 entfernt.

In einem zweiten Zeitabschnitt, der zeitlich auf den ersten Zeitabschnitt folgt, wird der der Kathodengasraum 6 mit Sauerstoff (O_2) gespeist.

Danach wird das Ventil 20 in der Zuführungsleitung 18 für den Kathodengasraum 6 geschlossen, um eine weitere Zufuhr von Sauerstoff (O_2) zu verhindern. Über die Abführungsleitung 22 wird nun der Sauerstoff (O_2) fast vollständig entfernt und das Ventil 24 in der Abführungsleitung 22 anschließend geschlossen. Auf der Kathode 30 der Membran-Elektrodeneinheit 8 ist ein Rest von Sauerstoff (O_2) durch Adsorption angelagert, welcher nicht aus dem Kathodengasraum 6 entfernt worden ist.

Der Anodengasraum 4 wird in einem dritten Zeitabschnitt, der zeitlich auf den zweiten Zeitabschnitt folgt, bei geschlossenem Ventil 16 mit Wasserstoff (H_2) aufgefüllt. Nach dem Auffüllen wird das Ventil 12 in der Zuführungsleitung 10 geschlossen. Durch diese Maßnahme wird die reaktionsfähige Menge an Wasserstoff (H_2) auf das Volumen des Anodengasraumes 4, der Zuführungsleitung 10 und der Abführungsleitung 14 begrenzt.

Nach Ablauf des dritten Zeitabschnittes sind somit die Ventile 12, 16, 20 und 24 geschlossen und die PEM-Brennstoffzelle 2 ist somit von ihrer Umgebung gasdicht abgetrennt.

Hat die PEM-Brennstoffzelle 2 kein Leck 32, so hält sie die Leerlaufspannung U von ungefähr 1V über einen längeren Zeitraum und sinkt nur langsam ab. Ist jedoch ein Leck 32 in der Membran-Elektrodeneinheit 8 vorhanden, so reagiert der verbliebene Sauerstoff (O_2) des Kathodengasraumes 6 mit dem Wasserstoff (H_2) des Anodengasraumes 4 und die Spannung U sinkt schnell unterhalb eines vorgegebenen Schwellwertes U_s für die Spannung U ab. Die bei der thermischen Reaktion anfallende Wärmemenge ist gering, da nur ein geringer Anteil von Sauerstoff (O_2) im Kathodengasraum 6 für die Reaktion zur Verfügung steht. Die entstehende Wärmemenge wird über einen nicht weiter dargestellten Kühlkreislauf abgeführt.

Somit erkennt man an dem zeitlichen Verlauf der Spannung U , ob eine defekte PEM-Brennstoffzelle 2 vorliegt oder nicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste, zweite und dritte Zeitabschnitt zeitlich aufeinanderfolgen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwischen dem ersten und zweiten Zeitabschnitt der Stickstoff (N_2) entfernt wird.

4. Verfahren einem der vorhergehenden Abschnitte, wobei nach dem zweiten Zeitabschnitt der Sauerstoff (O_2) größtenteils entfernt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks (32) zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum (4 und 6) einer PEM-Brennstoffzelle (2), wobei eine Zellspannung erfaßt wird und in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum (4 und 6) mit Stickstoff (N_2), in einem zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum (6) mit Sauerstoff (O_2) und in einem dritten Zeitabschnitt der Anodengasraum (4) mit Wasserstoff (H_2) gespeist werden.

